- **Les éléments du système urinaire.**
- **Le néphron et ses fonctions.**
- **La concentration de l'urine.**
- **La balance acido-basique.**
- **La miction.**
- **Exercices et corrigés.**

Le système urinaire joue un rôle central dans la régulation de la composition des liquides du corps(balance hydrique, électrolytique et acido-basique). Il assure également l'élimination des déchets métaboliques et des substances étrangères (composés chimiques toxiques, médicaments). Les reins ont également une fonction endocrine moins importante.

Les éléments du système urinaire.

- **Les reins.** Les reins sont situés de chaque côté de la colonne vertébrale dans la cavité abdominale, entre la douzième paires de vertèbres thoraciques et la troisième paires de vertèbres lombaires. Ils forment l'urine . La structure macroscopique du rein est schémaystisé sur la figure 21.

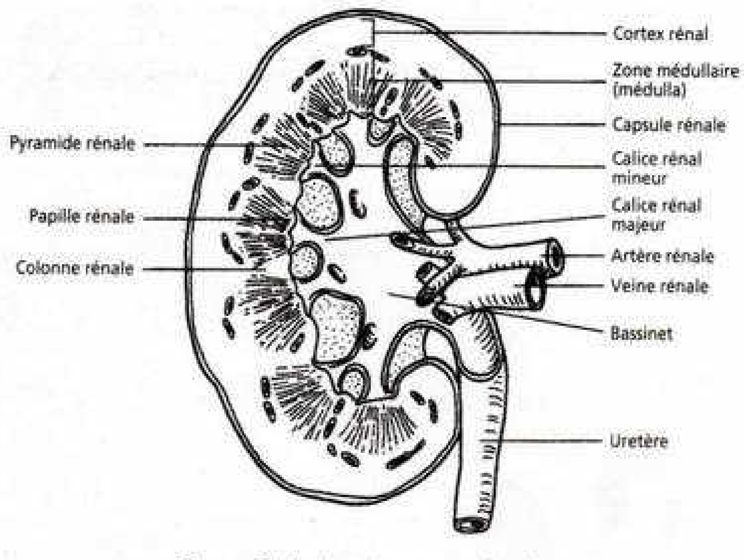


Figure 21.1 Le rein en coupe frontale.

- **Les uretères.** Les uretères transportent l'urine des pelvis rénaux (bassinets) jusqu'à la vessie. Les uretères sont des organes rétropéritonéaux.

- **La vessie**. La vessie est située derrière la symphyse pubienne et devant le rectum. Elle assure le stockage de l'urine. Elle est constituée de quatre tuniques : la plus interne, la muqueuse, est constituée de replis qui permettent la distension de la vessie ; la sous-muqueuse, richement vascularisée ; la musculeuse qui est une couche de muscle lisse (le muscle détrusor) ; et la séreuse, en continuité avec le péritoine. Le plancher de la vessie est une région triangulaire appelée trigone. Chacun des angles du triangle comporte un orifice, latéral pour les deux uretères et apical pour l'urètre. Des fibres sympathiques innervent le trigone, les orifices urétéraux et les vaisseaux sanguins ; des fibres parasympathiques innervent les muscles lisses de la paroi.

- **L'urètre ;** L'urètre transporte l'urine de la vessie jusqu'à l'extérieur du corps. Deux muscles assurent la constriction de l'urètre permettant le remplissage de la vessie, un muscle lisse, le sphincter interne de l'urètre et un muscle squelettique, le sphincter urétral externe. Chez la femme l'urètre mesure environ 4 cm de long, et chez l'home environ 20 cm. Chez l'homme, l'urètre spongieux assure également le transport du sperme pendant l'éjaculation.

Tableau 21.1 la circulation sanguine à travers le rein.

Artère rénale → artères interlobaires → artères sus-pyramidales → Artères interlobulaires → arterioles afférente → glomérule → Artérioles efférentes → capillaires péritubulaires et vasa recta → Veines interlobulaires → veines sus-pyramidales → Veines interlobaires → veine rénale.

Le néphron et ses fonctions.

La figure 21.2 représente l'unité fonctionnelle (qui forme l'urine) du rein, le néphron.

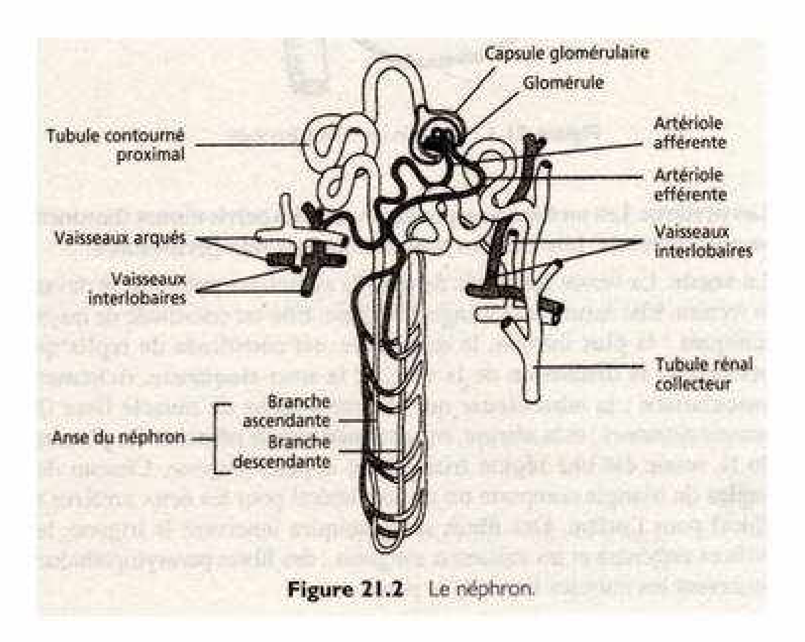


Figure 21.2 Le néphron.

Il ya plus d'un million de néphrons dans un rein. Les structures qui constituent le néphron sont décrites dans le tableau 21.2.

Tableau 21.2 Les structures du néphron.

Le glomérule.	Réseau de capillaires très perméables.
La capsule glomérulaire.	Structure en forme de coupe à double paroi composée d'un épithélium pavimenteux. La couche interne est composée de cellules spécialisées, les podocytes, étroitement associés aux capillaires. Site de la filtration glomérulaire.
Le tube contourné proximal.	Epithélium cubique simple comprenant des microvillosités pour augmenter la surface d'échanges. Site principal de la réabsorption et de la sécrétion tubulaire.
L'anse du néphron (anse de Henlé).	Branches ascendante et descendante. Rôle dans le mécanisme de concentration de l'urine.
Le tube contourné distal.	Plus court que le tube contourné proximal. Contient des cellules sensorielles spécialisées sensibles à la concentration en NaCl, et qui forment la macula densa. Réalise une partie de la réabsorption et de la sécrétion tubulaires. Rejoint le canal collecteur qui draine la pyramide rénale.

- **L'appareil juxtaglomérulaires :** Les cellules de la macula densa et les cellules juxtaglomérulaires spécialisées de l'artériole afférente forment un appareil sensoriel qui détecte les variations de la pression sanguine. Un changement de la pression sanguine ou une augmentation de la concentration en NaCl, au niveau du tube distal stimule la sécrétion de rénine par les cellules juxtaglomérulaires. Ce phénomène active le système rénine-angiotensine.

- **La filtration glomérulaire :** les liquides et les solutés du plasma sanguin glomérulaire passent dans la capsule glomérulaire. Le filtrat glomérulaire a la même composition que le plasma sanguin, sans les protéines. Le débit de filtration (DFG) est le volume de filtrat formé par tous les néphrons en une minute.

- **La réabsorption tubulaire :** environ 99% du filtrat qui transite dans le tubule est transformé activement ou passivement vers le liquide interstitiel, puis pénètre dans les capillaires péritubulaires ; 1% du filtrat est excrété sous forme d'urine. La plupart des solutés sont réabsorbés : 100% du glucose, 99,5% du sodium et 50% de l'urée.

- **La sécrétion tubulaire :** des substances qui peuvent être toxiques comme l'hydrogène, le potassium, des poisons, des médicaments et les toxines métaboliques passent dans les capillaires vers le liquide interstitiel puis sont excrétés dans la lumière des tubules.

IMPORTANT.

Les trois fonctions du néphron.
- La filtration glomérulaire.
- La réabsorption tubulaire.
- La sécrétion tubulaire.

La concentration de l'urine.

1. L'élaboration par les reins d'une urine diluée ou concentrée dépend, d'une part, d'un mécanisme d'échange à contre courant et, d'autre part du taux d'hormones antidiurétique (ADH) circulante sécrétée par la neurohypophyse.

2. Dans la branche ascendante de l'anse du néphron, les ions Cl- et Na+ sont expulsés activement hors des tubules vers le liquide interstitiel de la zone médullaire (médulla), ce qui crée une forte pression osmotique dans la médulla (gradient de concentration élevée en solutés entre l'intérieur du tubule et la zone médullaire). La branche ascendante est imperméable à l'eau et au fur et à mesure de l'expulsion de Cl- et Na+, le liquide tubulaire devient de plus en plus dilué.

3. Na+ et Cl- diffusent dans la lumière de la branche descendante du tubule. La branche descendante est perméable à l'eau. A cause de la forte pression osmotique dans la zone médullaire, l'eau diffuse hors du tubule vers le liquide interstitiel de la zone médullaire. Par conséquent, le liquide tubulaire dans la branche descendante est plus concentré.

4. Les ions sont transportés activement des tubes collecteurs vers le liquide interstitiel, alors que l'urée diffuse passivement du liquide interstitiel vers la lumière des tubes collecteurs.

5. Les vasa recta sont des vaisseaux dont la paroi est fine et qui sont parallèles aux anses des néphrons. Les ions Na+ et Cl-, ainsi que l'eau, diffusent à l'intérieur des vasa recta descendants et Na+ et Cl- diffusent hors des vasa recta ascendants. Ces vaisseaux servent d'échangeurs à contre courant.

6. La quantité d'eau réabsorbée à partir des tubules contournés et des tubes collecteurs dépend des taux d'ADH. Lorsque de faibles quantités d'ADH sont sécrétées par la neurohypophyse, ces tubes sont imperméables à l'eau ; une urine diluée est excrétée. Lorsque les taux d'ADH sont élevés, la perméabilité de la paroi de ces tubes vis-à-vis de l'eau augmente fortement ; l'eau diffuse vers le liquide interstitiel ou règne une forte pression osmotique, et une urine plus concentrée est excrétée.

La balance acido-basique.

Dans le cas d'une acidose, des quantités plus importantes de protons sont sécrétées dans la lumière des tubules rénaux et des ions bicarbonate sont réabsorbés par les tubules. Dans le cas d'une alcalose, des quantités plus faibles de protons sont sécrétés et moins d'ions bicarbonate sont réabsorbés. Deux systèmes tampons dans le liquide tubulaire permettent l'excrétion des protons dans l'urne :

Le système tampon phosphate : $HPO_{32-} + H^+ \rightarrow H_2HPO_{4-}$
Le système tampon ammoniac/ammonium : $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_{4+}$

La miction.

La miction est le processus physiologique d'émission de l'urine. La distension de la vessie envoie des signaux sensoriels conduits par des neurones sensitifs jusqu'à la moelle épinière puis jusqu'à l'encéphale. Des influx parasympathiques stimulent la contraction de muscle détrusor et le relâchement du sphincter urétral interne. Le relâchement volontaire du sphincter urétral externe entraine la miction.



Exercices.

1. Associer :

(1) Rénine
(2) Cellules juxtaglomérulaires
(3) Miction
(4) Uretère
(5) Néphron

(a) Au contact de la macula densa des capillaires.
(b) Sécrétion des cellules juxtaglomérulaires.
(c) Conduit qui relient les reins à la vessie.
(d) Unité fonctionnelle du rein
(e) Evénements physiologiques conduisant à l'émission de l'urine.

2. Compléter :

a) Le muscle … de la paroi de la vessie se contracte pendant la miction , expulsant l'urine hors de la vessie.
b) … est l'hormone qui régule la réabsorption de l'eau au niveau du tubule contourné distal.
c) … cheminent parallèlement aux anses des néphrons et iont un rôle d'échangeurs à contre-courant.

Solutions.

1. Réponse.

(1) b.
(2) a.
(3) e.
(4) c.
(5) d.

2. Réponse.

a) détrusor
b) l'hormone antidiurétique (ADH)
c) les vasa recta.